

DOI: 10.3724/SP.J.1224.2019.00454

“工程知识论”专刊

石化工程知识研究

王基铭¹, 袁晴棠¹, 胡文瑞², 孙丽丽³, 张秀东³

1. 中国石油化工集团有限公司, 北京 100728;
2. 中国石油咨询中心, 北京 100724;
3. 中国石化工程建设有限公司, 北京 100101)

摘要: 基于石化工程的特点, 阐述了石化工程知识的基本性质和特征, 重点介绍了石化工程知识体系结构和石化知识群, 从哲学视角对石化工程知识在产业发展中的实践进行了分析和思考, 形成了系统全面、脉络清晰、层次分明的知识体系。

关键词: 石化工程; 知识体系; 知识群; 哲学视角; 知识研究

中图分类号: N031

文献标识码: A

文章编号: 1674-4969(2019)05-0454-18

引言

石化工业是典型的流程工业, 是国民经济的重要基础和支柱产业。随着经济社会发展和技术进步, 石化工业从 19 世纪 20 年代世界上第一座釜式原油蒸馏装置的建立, 到 20 世纪 20 年代第一座乙烯装置的投产, 再到 50 年代合成材料的迅速发展, 进入 21 世纪以来更是踏上了大型化、绿色化、数字化、智能化的发展轨道。石化工程知识与石化工业的发展相伴而行, 不断成长起来。在长期的发展过程中, 石化工程技术、工程理念、组织形态、工程方法、建设模式等均经历了广泛而深刻的变革, 石化工程知识也得到了极大的丰富和发展。从知识内涵角度讲, 它经历了从简单到复杂、从模糊到精确、从孤立到融合、从粗放到集约的演变过程, 逐步形成了较为完整的石化工程知识体系。从知识来源角度讲, 石化工程知

识经历了从以经验为核心, 到以技术为核心, 再到工程系统集成, 以及目前与信息技术的深度融合, 更加突出了工程知识的整体化, 始终保持着知识体系的持续更新和不断完善。本文从哲学的视角, 研究了石化工程知识体系的内容、性质与特征, 研究了石化工程知识创新与产业发展及社会文明进步的辩证关系。

1 石化工程知识的性质与特征

1.1 石化工程知识的定义

石化工程是以石油和天然气为原料, 为了生产石油产品和化工产品, 依据资源环境和生产力水平, 进行的建造石化生产装置及设施的一系列产业性、专业性的工程活动。石化工程不是盲目的、无序的活动, 而是有目的、有规划、有步骤、有组织的人工造物活动。

收稿日期: 2019-06-10; 修回日期: 2019-09-10

基金项目: 中国工程院咨询研究项目“工程知识论”(2018-XY-42)

作者简介: 王基铭(1942-), 男, 教授级高级工程师, 中国工程院院士, 主要研究方向为石化工程技术与工程。

袁晴棠(1938-), 女, 教授级高级工程师, 中国工程院院士, 主要研究方向为石油化工技术与工程。

胡文瑞(1950-), 男, 教授级高级工程师, 中国工程院院士, 主要研究方向为石油天然气技术与工程。

孙丽丽(1961-), 女, 教授级高级工程师, 主要研究方向为石油化工技术与工程。

张秀东(1964-), 男, 教授级高级工程师, 主要研究方向为石化工程项目管理。E-mail: zhangxd@sei.com.cn

工程知识是人类生存、社会发展需求引导的结果,是关于人工物创造、生产力发展和解决人工物世界中的现实性问题的实践性知识和创造并实现价值的知识。石化工程知识是工程知识在石化工程建设领域的具体体现,是人们在长期从事石化工程项目管理、咨询规划、勘察、设计、建造,以及试运行、后评价、经济技术评估等过程中,运用科学理论和技术手段,对自然资源、社会需求、政策规范、组织形态、转化规律等认识的结晶。从工程生命周期的角度看,石化工程知识可分为工程规划与决策知识、工程设计知识、工程建造知识、工程试运行知识、工程竣工验收与后评价知识、工程改造知识等。从知识属性的角度看,石化工程知识包括工艺技术与建造知识、工程转化知识、工程管理知识、工程经济知识、工程人文知识、节能环保知识、产业政策知识等等。

1.2 石化工程知识的基本性质

石化工程知识作为工程知识的一个行业子类,既有工程知识的一般性质,又有其特殊性,主要表现在以下几个方面。

(1) 生产力属性

石化工程的目的是安全、有序、优质、高效地建造能够将油气资源转化为目的产品的石化装置(设施),并且确保生产装置(设施)的“安全、稳定、长周期、满负荷、优化”运行,因此,石化工程知识具有鲜明的生产力属性。

(2) 设计性和社会性

石化工程的设计与建造都是以石油资源、水源、地形、风向等自然资源和条件为基础,依照人们的规划和设计而进行的人工造物活动。而工程建造,以及后续的生产活动也会影响周边环境,改变居民的生活状态,进而影响人与人、人与社会的关系。因此,石化工程知识具有较强的设计性和社会性。

(3) 主观能动性和创造性

在石化工程设计和实施过程中,为了实现工

程技术方案的最优化和价值最大化,需要工程师们反复思考,进行深入分析和研究,创造性地提出多个解决方案,并进行综合评估、验证和决策,由此可见,石化工程知识具有明显的主观能动性和创造性。

(4) 价值导向性和功效利益性

石化工程活动的结果是建成满足要求的生产装置(设施)并生产出需求的产品,实现油气资源利用价值的最大化,最终满足社会市场的需求,因此,石化工程知识具有鲜明的价值导向性和功效利益性。

(5) 关联性和整体性

石化工程是一个复杂的工程系统,其实施过程中需要规划与设计、设计与建造、内部资源与外部资源等子系统之间的深度协调配合,一个子系统的微小变化都可能会在整个系统中逐渐放大,引起一系列联动变化,因此,石化工程知识具有高度的关联性和整体性。

1.3 石化工程知识的特征

石化工程属于资源、资金、技术高度密集型工程,是以技术多专业性、管理多维度、协调多界面、运行多子系统为基本特征的开放复杂系统,因此石化工程知识具有以下特征。

(1) 实践性

石化工程是伴随着石化工业的发展而不断成长起来的,经历了从简单到复杂、从低级到高级、从小规模粗放型到大规模集约型的过程。每一次规划设计都是以现实条件为基础,每一次进步都是以现实问题为导向,每一次创新都是以实践为最终检验标准。因此,实践是石化工程知识丰富与发展的重要源泉和显著特征。

(2) 专业性

石化工程属于技术密集型工程,涉及工艺、设备、仪表、管道、结构、给排水等二十多个专业,每个专业都有相对独立的知识体系、工作流程和表达方式。在设计过程中,要求工程设计人

员具有丰富的专业知识和较强的职业技能才能顺利开展工作。另外, 由于石化工程技术复杂, 特殊设备繁多, 建设工序互相交叉等特点, 使得工程设计、建造、运行、管理等过程均具有较强的专业性特征。

(3) 集成性

石化工程生命周期中的各项工程技术、管理方法既相互区别又紧密联系, 因此, 通常采用集成化的方法统筹各项资源和要素。在工程实施过程中, 通过设计集成化、建造集成化、生产运行集成化和工程管理集成化, 对资源、要素、方法、信息等进行高效聚集和优化组合, 以达到各项工程要素的协调统一, 在这一过程中形成的工程知识具有显著的集成性特征。

(4) 转化性

石化工程是从工程知识到工程实体转化的过程, 包含多个转化子过程。首先通过工程化开发, 将科学技术研究成果转化为工艺技术和工程技术。然后通过工程设计将工艺技术转化为可供设备制造和现场施工的“蓝图”。最后通过设备制造、物资采购和施工安装等将“蓝图”转化为现实的生产装置及设施, 生产出实物产品, 完成转化的任务, 由此凸显其转化性。

(5) 安全性

石化工业具有高温高压、易燃易爆、强腐蚀性等工况, 因此安全生产是石化工业永恒的主题, 而石化工程是奠定工厂安全基因的关键路径。为此, 工程管理者从一开始就要策划建立贯穿工程生命周期的健康、安全、环保(HSE)管理体系, 期间还要开展各种专项安全分析和管理工作。在这一过程中, 安全理念必然会深刻地渗透到石化工程知识中。

(6) 环保性

石化生产过程中的物料涉及诸多类型的有毒有害介质, 为此必须大力推行清洁生产, 保护生态环境, 才能实现企业与社会和谐共生, 而工程建设是从源头上提升石化企业环保水平的重要

环节。在设计建设过程中, 人们通过环境影响评价、采用绿色环保的工艺和设备、落实环境保护设施与主体工程“三同时”等, 使得石化工程活动(包括生产活动)与生态环境更加友好。人们在从事上述工程活动中, 不断积累保护生态环境的技术、方法和经验, 使得石化工程知识更具环保性特征。

2 石化工程知识群

2.1 石化工程知识体系框架

石化工程知识涉及广泛、专业性强, 是一个复杂、开放的知识体系。在石化工程知识的形成与发展进程中, 各种科技知识、经济知识、管理知识、社会知识, 以及其他行业领域知识不断渗透其中, 不同程度地影响着石化工程知识的发展。目前, 石化工程知识已经形成了系统全面、脉络清晰、层次分明的知识体系。石化工程知识可分为通用知识和专业知识, 通用知识包括3类, 分别是工程管理知识、工程经济知识和工程人文知识; 专业知识包括7类, 分别是石化工程规划知识、石化工艺技术与装备知识、石化工程设计知识、石化工程建造知识、石化工程试运行知识、石化工程竣工验收与后评价知识、石化工程节能环保知识。石化工程知识体系框架如图1所示。

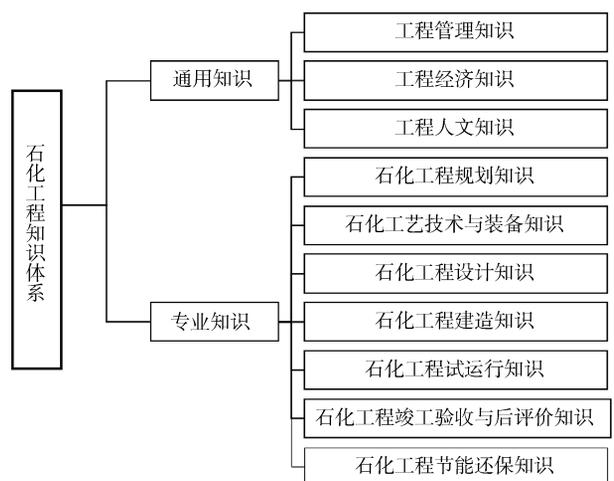


图1 石化工程知识体系

本文结合石化工程特点,重点阐述石化工程管理、规划与设计、建造、工艺技术与生产运行等五方面的知识。

2.2 石化工程管理知识

石化工程项目具有资金、技术高度密集,涉及专业多、关联范畴广、集成程度高、质量要求高、建造周期长等特点。工程管理水平的高低,直接决定投资效益,决定建设项目的成败^[1]。

2.2.1 石化工程项目管理模式

石化工程项目管理模式是工程建设项目以合同为依据实施质量、HSE、进度和费用等方面有效管理的重要基础^[2]。伴随我国石化工业的发展和工程建设管理体制的改革,石化工程项目管理模式也在不断变化。从20世纪五、六十年代的石油大会战,到七十年代的工程建设指挥部,以往石化工程项目管理基本上都采用“工程来了搭摊子,工程完工撤摊子”的模式。进入八十年代,石化行业工程管理进行了一系列的改革探索。优化社会资源、走专业管理之路、组建专业工程公司、保持工程建设管理队伍连续性等,一直是改革的焦点。21世纪初,我国在南海石化项目、赛科90万吨乙烯工程、海南大炼油等大型石化工程项目中,采用PMC(项目管理承包商)、IPMT(一体化项目管理组)等先进管理模式,取得了较好的效果。IPMT(Integrated Project Management Team)模式是由业主方组织并授权的工程项目管理机构,代表业主对工程项目的整体规划、项目定义、工程招标、工程施工、投料试车、考核验收进行全面管理,负责选择项目前期咨询商、EPC承包商和监理承包商,并对其工作进行管理与协调^[2]。该模式吸取了PMC管理模式的专业化优点,由业主的项目管理人员与专业化的项目管理咨询公司组成联合项目管理组,既能发挥专业化人员的项目管理经验和专业技术,又能充分发挥业主在项目执行过程中的主导作用,已经广泛应用于我国大型石化项目建设中^[3]。

2.2.2 石化工程项目策划

石化工程项目策划主要是围绕项目总体和分项目目标,通过经济和技术等方面的科学分析与论证,找出实现项目目标的最优途径,为项目决策和实施提供保证。石化工程项目策划一般分四个阶段进行。

一是前期阶段策划,主要是针对项目的投资机会研究进行的,围绕工艺技术路线和产品方案、原料及市场、财务效益指标、行政许可及合法合规性、经济评价及风险等内容进行的深度研究和论证工作。

二是项目定义阶段策划,根据工程项目实际,开展项目建设目标、管理模式和组织分工、界面管理、专业管理和专项管理等几方面重点管理内容的策划。

三是实施阶段策划,一般在现场开工前进行,包括编写项目总体统筹控制计划、确定项目的关键路径、制定项目分阶段实施的部署计划,并侧重对实施阶段的各类资源进行策划;进行项目工程设计、采购与施工工作的管理要点策划;针对项目的特点,分析影响实现项目总体建设目标的风险,并提前策划风险管控措施。

四是试生产与竣工验收阶段策划,一般在试生产工作前进行,主要内容包括编制项目总体试车方案、制定各项专项验收方案等。

2.2.3 石化工程项目技术管理

石化工程需要应用复杂的工艺技术、工程技术和建造技术,技术水平的高低不仅关系项目的成败,还将决定石化生产装置的运行基因,对建成后的生产运营产生深远影响。技术管理是石化工程项目管理的重要组成部分,贯穿于工程建设的全过程。

技术的识别、选择与实施管理是项目技术管理的重要内容。技术识别主要是辨识拟用技术的先进性、来源的合法性和工业应用的成熟度。技术选择通常要从技术参数指标、经济指标、环保指标、安全性、技术成熟度、知识产权、服务保

障等方面对技术的先进性、适用性、经济性、可靠性、安全性和合法性等做出明确性评价, 选择最适宜的技术。技术的实施管理主要是技术方案和技术措施的过程控制及其变更的控制。

标准规范的选择与应用是项目技术管理的又一重要内容。项目执行标准可以归纳为业主标准、为实施工程项目编制的项目标准和外部标准(包括国家标准、行业标准、地方标准、国际标准和国外先进标准等)三大类。标准规范的选择就是要确定标准规范采用原则, 从庞杂的标准规范中辨识采用的具体标准, 进而形成项目采用的标准规范目录, 并建立起项目标准规范库。标准规范的应用主要是对项目所用的标准规范确定执行的优先次序, 并明确标准变更的原则。

技术评审是石化工程项目实施技术过程管控的关键方法和重要措施。技术评审是一种技术论证过程, 目的是通过专家集体的工程知识和经验, 进一步把控技术方案的正确性。一般聘请项目外的专家进行技术评审工作。为使技术评审规范化、制度化和标准化, 需要建立技术评审体系, 明确技术评审的内容、程序等。对于不同工程公司、不同工程转化课题和工程项目、不同工作阶段, 以及不同级别的评审, 其内容均不相同。技术评审对提升工程建设水平, 确保石化工程项目符合国家法律法规及合同要求, 实现技术先进、安全可靠、清洁环保、经济合理等方面起到重要作用。

2.2.4 石化工程项目质量及 HSE 管理

石化工程项目质量管理是项目质量管理活动与项目实体质量控制的结合。通过对实现项目目标所必须的过程进行持续的策划、组织、监视、控制、报告和采取必要的纠正措施来保证项目的工作质量和产品质量, 是确保工程项目本质安全和预定目标实现的关键。

工程项目质量过程管理是包括质量策划、质量控制、质量保证和持续改进, 直至实现工程项目整体目标的系统过程。在项目质量管理过程中,

运用过程管理方法, 通过采用 PDCA(策划、实施、检查、行动)循环以及基于风险的思维对过程和整个项目质量管理体系进行管理是工程项目质量管理过程的基本要点。

石化工程项目 HSE 管理过程主要包括项目 HSE 策划、HSE 执行、HSE 检查和 HSE 相关问题的处理。HSE 管理渗透于项目的各个环节, 包括项目设计过程中各类相关设备设施的设计, 以及 HAZOP(Hazard and Operability Analysis, 危险与可操作性分析)、SIL(Safety Integrity Level Classification and Verification, 安全完整性等级分析)分析等内容; 采购过程中所涉及场所(物资运转、库房、堆场等)的 HSE 管理; 施工直接作业环节的 HSE 管理以及项目办公地点、员工驻地、交通道路的 HSE 管理。

2.2.5 石化工程项目进度管理

项目进度管理是指采用科学的方法确定进度目标, 结合资源情况编制进度计划, 在计划执行过程中开展进度控制, 在与质量、费用目标协调的基础上, 实现项目工期目标^[4]。项目进度管理主要包括进度计划的编制和控制两部分工作。

石化工程项目进度计划的编制要与费用、质量、安全等目标相协调, 充分考虑客观条件和风险预计, 确保项目目标的实现^[5]。项目的计划体系与工作结构分解的层级设置应互相匹配, 计划体系包含若干个层级, 根据项目进展的不同阶段, 结合所掌握项目信息由浅入深的变化规律, 并考虑到不同层次人员所关注计划内容的不同侧重来确定。

项目进度计划的控制方法是以计划为基础, 应用赢得值原理, 构建一套科学合理的进度数据采集和测量系统, 在实施过程中对执行情况不断跟踪检查, 比对分析偏差, 找出原因并制定措施办法, 使项目的运行回到进度目标的轨道上, 随后持续开展检查、分析、纠偏, 直至项目最终完成。

2.2.6 石化工程项目费用管理

石化工程项目费用管理是指在满足工程质量、工期等要求的前提下,通过预算、检测、分析、调整、预测等环节,对项目实施过程中所发生的费用进行控制,以实现预定的投资(成本)目标,并尽可能降低成本的管理活动。

在石化工程中,通常应用赢得值原理对项目进度费用进行综合管理与控制。运用赢得值、计划完成值、实际完成值三值分列指标体系,构造关于时间、费用的三个基本曲线,导出四个重要的指标,即成本偏差、进度偏差、费用绩效指数、进度绩效指数,用以评价工程项目进度、成本的实际情况,从而达到对工程进度、成本的综合管理。

2.2.7 石化工程项目合同管理

石化工程项目投资大、范围广、界面复杂,涉及众多的工程合同,合同管理贯穿于石化工程项目建设始终。加强合同管理对于规范各建设主体行为,有效实施石化工程建设具有重要的意义。

在合同执行过程中,合同方应确定项目合同控制基准,建立有效的合同管理体系,及时进行合同事务的处理,定期通过实施数据采集与合同控制基准进行对比,发现履约偏差,及时调整合同控制基准和履约策略,以使履约向着有利于项目建设和合同方利益的方向发展。同时,要做好合同变更、合同索赔及反索赔等工作,维护合同各方的正当权利。

2.3 石化工程规划与设计知识

石化工程规划与设计是石化工程的先导。工程规划是针对特定的工程目标,结合石化工程建设和运行的内外部环境条件,进行系统的、综合的统筹谋划,具有前瞻性、战略性、整体性特征。工程设计是工程规划方案具体化、实现新技术转化、构建石化工厂优质基因的关键环节,具有结构化、层次化、系统化特征。

2.3.1 石化工程规划

(1) 规划体系

石化工程规划包括行业规划、园区规划、企业规划和专项规划。

行业规划是指根据国民经济中长期总体规划的要求和行业特点,为组织、协调和指导本行业所属企业生产经营活动的发展而制定的总体计划。行业规划是行业管理的首要职能。行业规划主要有行业生产能力规划和行业技术发展规划两方面的内容,一般包括行业发展现状、发展环境分析、发展目标、发展重点与布局原则、重点建设项目、政策措施与建议等。

园区规划是依据国家、地方有关产业政策、土地政策、环保政策等相关政策,合理确定园区内的产业布局、产业结构、发展方向和政策措施,对各项用地、基础设施、环境保护、安全防灾、园区管理等进行总体安排,确保园区建设和园区经济健康、快速发展。

企业规划既是对企业未来前瞻性的思考和安排,又是对企业当前经营的具体指导。企业规划应有前瞻性、针对性、认同性、时效性和可操作性。

石化领域专项规划是以石化领域为对象编制的规划,是总体规划在石化领域的细化,也是政府指导该领域发展以及审批、核准重大项目,安排政府投资和财政支出预算,制定特定领域相关政策的依据。

(2) 专项评价

石化工程规划除了要完成基本规划内容外,还要针对重点领域开展环境影响评价、安全评价、职业病危害评价、社会稳定风险评估和节能评估等专项评价。

环境影响评价是指对建设项目实施后可能造成的环境影响进行分析、预测和评估,提出预防或者减轻不良环境影响的对策和措施,进行跟踪监测的方法和制度^[6]。环境影响评价报告一般包括:项目环境现状,项目对环境可能造成影响的

分析、预测、评估, 环境保护措施的技术经济论证, 项目对环境影响的经济损益分析、环境监测的建议, 环境影响评价结论等。

安全评价是指应用系统工程的原理和方法, 对被评价单元中存在的可能引发事故或职业危害的因素进行辨识与分析, 判断其发生的可能性及严重程度, 提出危险防范措施, 改善安全管理状况, 从而实现被评价单元的整体安全。安全评价按照实施阶段的不同分为三类: 安全预评价、安全验收评价、安全现状评价。

建设项目的职业病危害评价包括职业病危害预评价、控制效果评价。在可行性论证阶段, 对建设项目可能产生的职业病危害因素、危害程度、健康影响、防护措施等进行预测性卫生学评价, 以了解建设项目在职业病防治方面是否可行, 也为职业病防治管理的分类提供科学依据^[7]。

社会稳定风险评估是指与人民群众利益密切相关的重大决策、重要政策、重大改革措施、重大工程建设项目、与社会公共秩序相关的重大活动等重大事项在制定出台、组织实施或审批审核前, 对可能影响社会稳定的因素开展系统的调查, 科学的预测、分析和评估, 制定风险应对策略和预案^[8]。

节能评估是指根据节能法规、标准, 对投资项目的能源利用是否科学合理进行分析评估。节能评估报告主要包括项目节能方案及措施分析评价、能耗水平分析评价、节能效果分析评价、节能优化建议等^[9]。

2.3.2 石化工程设计

石化工程设计主要包括工艺包编制、总体设计、基础工程设计(初步设计)和详细工程设计等过程, 这是一个相互联系、逐步递进的过程。石化工程设计专业性强, 涉及工艺、设备、电气、仪表、管道、材料、应力、建筑、结构、总图、热工、给排水、环保、储运等二十多个专业的知识以及工程管理、人文、安全环保等方面的知识。

(1) 工艺包编制

作为技术载体, 工艺包解决技术来源和技术可靠性问题, 通常是由专利商(或拥有工艺技术的工程公司)将研究成果进行工程转化的过程, 是基础工程设计(初步设计)的依据和基础, 通常包括工艺包文件及工艺手册两部分。工艺包文件包括设计基础、工艺说明、工艺流程图(PFD)、物流数据表、总物料平衡、消耗量、界区条件表, 安全、环保、卫生等方面的说明。工艺手册包括工艺过程说明、正常操作步骤和方法、开车准备和开停车程序、事故处理原则、催化剂装卸、工艺危险因素分析及控制措施、环境保护、设备检查与维护。

(2) 总体设计

为了进一步优化方案, 控制规模, 统一标准、原则和技术条件, 实现总体优化, 大型石化工程项目在可研获批并确定工艺技术后, 通常需编制总体设计, 为开展基础工程设计(初步设计)创造条件。总体设计以项目可研报告及批复为设计依据, 确定设计主项和分工, 平衡全厂物料和能量, 统一设计原则、统一技术标准和适用法规要求、统一设计基础(如气象条件、地质条件、公用工程设计参数、原材料和辅助材料规格等), 协调设计内容、深度、公用工程/辅助设施规模以及行政生活设施, 确定总工艺流程、总平面布置、总定员、总投资和总进度。

(3) 基础工程设计(初步设计)

基础工程设计(初步设计)以工艺包/总体设计为基础, 主要围绕长周期设备订货、供审批部门及业主审查的设计内容开展设计, 为详细工程设计或工程采购提供依据。

基础工程设计(初步设计)应确定所有的技术原则和技术方案, 设计内容应符合相关标准规范要求, 文件深度应满足审查、采购和施工准备及详细工程设计的要求, 并编制消防、环保、安全、卫生、节能和抗震 6 个设计专篇。业主和政

府主管部门通常要组织基础工程设计(初步设计)审查,重点评审设计方案的合理性与协调性,设计依据的符合性,系统的安全与环保特性,基础设计概算的合理性,并开展 HAZOP 分析等安全性评价,对消防、环保、安全、卫生、节能和抗震方案进行专项审查。

(4) 详细工程设计

详细工程设计以基础工程设计(初步设计)为基础,内容和深度要满足采购、制造、施工及投产的要求。详细工程设计要落实基础工程设计(初步设计)审查意见,确认制造厂资料,编制详细设计文件,根据需要提供特殊管道单线图、设备材料表和规格书等。在详细工程设计时,应根据设计进展组织三维设计模型审查,如对基础工程设计(初步设计)确定的方案有较大变化时,

还应进行设计方案评审。

(5) 设计集成化及数字化工厂

设计集成化是将传统工程设计过程相对孤立的阶段、活动及信息有机结合,构建一个或多个多功能、系统化、集成化和协同化的设计平台,实现信息同源共享、过程集成、知识积累、传承和智能应用,是建设数字化工厂的有效手段。

数字化工厂是集虚拟现实、模拟仿真、优化控制等综合技术,贯穿设计、建设和生产运营全过程,多种信息系统集成的基础性平台。

数字化集成平台包括设计(E)、采购(P)、施工(C)、开车(C)及项目管理(M)等子平台,包括四个层级的信息逻辑单元:工厂级、装置级、产品级和 EPCCM 级。以工厂层级为例,其结构如图 2 所示。

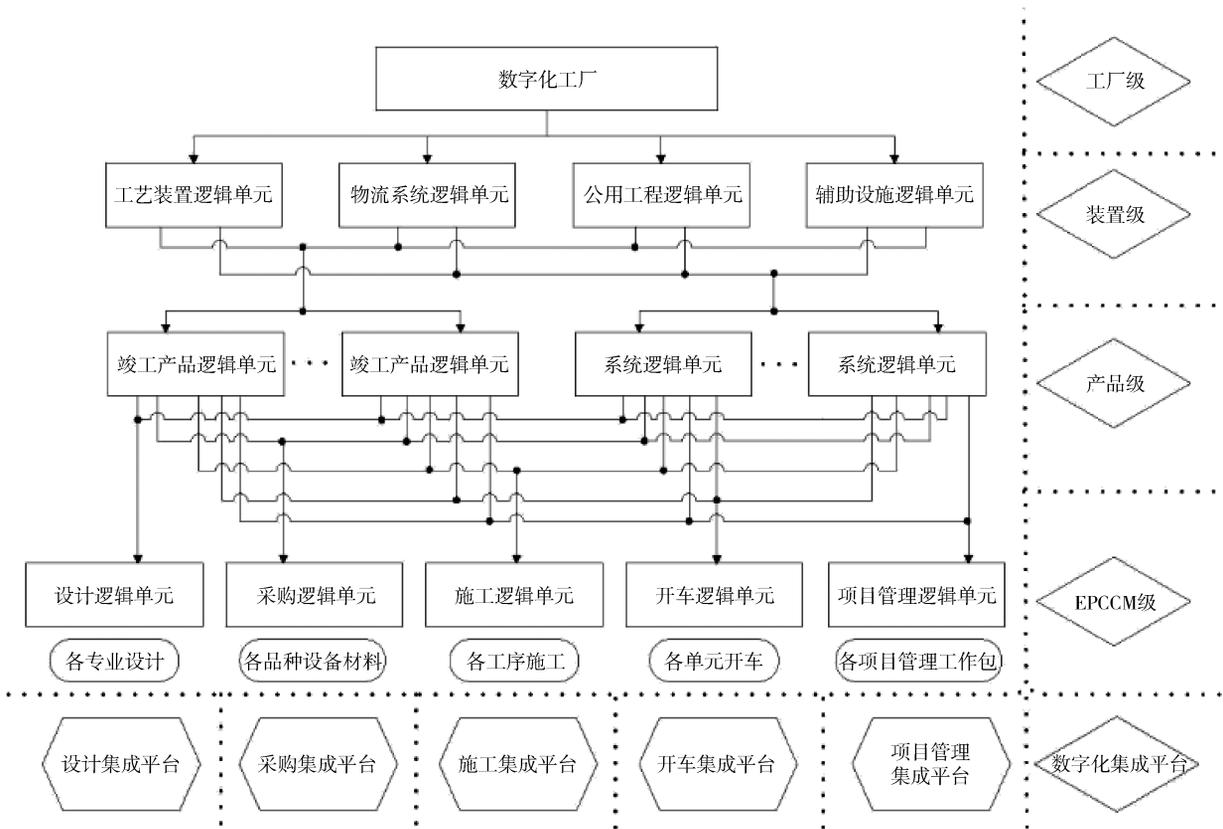


图 2 数字化工厂层级结构图

最顶层的工厂级包括相关联的工艺装置、物流系统、公用工程和辅助设施等所有装置级逻辑

单元的信息,而最基础的 EPCCM 级则包括设计、采购、施工、开车和项目管理逻辑单元的信息。

(6) 标准化设计与模块化设计

标准化设计是指对技术上成熟的石化工程, 采用统一的建设规模、技术路线、设备选型、技术标准和设计模式, 使其成果具有广泛适用范围的设计方式。对于集团化的生产企业, 标准化设计可以为实现集团内统一的物资储备、备品备件互换和统一的生产操作管理奠定基础。主要内容包括: 标准数据库——各类编码体系及材料等级数据库等; 工程标准库——各项技术标准; 标准化设计库——各类工艺装置和系统单元的标准化设计。

模块化设计是将装置或系统单元设计为可在工厂预制成若干可单独运输、安装的撬装单体的过程, 涉及工厂能力、运输和安装等因素, 平面布置划分模块范围, 定义模块属性, 确定施工方案。模块化设计可减少现场施工人工的投入, 降低质量、安全、环保和工期的风险。模块化设计与采购和施工深度交叉, 对设计标准化、集成化以及施工组织有较高要求, 对项目费用、质量和进度控制有利。

(7) 工程设计变更及竣工图

工程设计变更是在详细工程设计完成后, 受设计输入、设计失误、采购条件、施工条件、材料应用以及合理优化等因素的影响, 对设计进行更改的过程, 与原设计具有同等效力, 是投资核算、绘制竣工图的依据。工程设计变更包括分类、申报、会签、审批、编号以及归档等过程。变更以“设计变更单”的形式传达和确认, 应明确分类、原因、内容、产生费用、进度影响及会签、审批意见等。类别可分为发包方或承包方变更、设计或非设计原因变更; 以影响程度可分为重大或一般变更。变更由发起人提出书面申报, 经责任部门审核并会签, 上报批准后由承包单位实施。

竣工图是真实反映建设工程施工结果的图样, 其编制依据为详细设计文件以及建设期间实施的设计变更单、工程联络单等变更信息, 是承包商交付业主进行生产、检修、技改、改扩建的

设计依据。竣工图管理包括: 汇总编制依据、编制、审核、批准、组卷、接收及归档等过程。

2.4 石化工程造价知识

石化工程造价是工程设计“蓝图”实施、工程实体形成、并完成工程验收及后评价的过程。因此, 石化工程造价知识是一种建构性知识, 主要包括采购、施工、竣工验收和后评价四个方面知识。

2.4.1 石化工程采购

在石化工程中, 采购是一个广义的概念, 包括工程服务采购和工程物资采购。石化工程服务采购通常包括 EPC 总承包、PMC (项目管理)、工程勘察、工程设计、工程施工、施工总承包、施工专业承包、工程监理、造价咨询、无损检测、基桩检测、水土保持监理、水土保持监测、环境监测和环境监测等业务承包商的采购。工程物资采购主要包括静设备、动设备、电气、仪表、管道材料和通用材料等实物, 以及监造服务、物流服务、仓储服务等服务的采购。

为保证供货质量, 应开展过程质量控制活动。按照质量控制级别由高到低通常分为制造过程的全程驻厂监造、关键点的访问检查、出厂检验、货到现场的接货检验和质量文件的审核。质量控制级别一般按照设备材料的重要性和制造复杂性来划分。例如, 中国石化对物资质量控制分为 A、B、C 三类, 其中 A 类和 B 类为重要物资。A 类物资以反应器、压缩机等关键设备为主, 通常采取驻厂监造方式; B 类物资以一般塔器、离心泵、合金钢管等为主, 通常采取关键点访问检查和出厂检验等形式; C 类物资以普通钢板、耐火材料、中低压电缆等大宗材料和标准件为主, 通常采用文件审核放行以及到货后的外观检验等方式执行。

2.4.2 石化工程施工

石化工程施工是一项复杂的建构活动, 需要集成应用众多工程技术知识、管理知识和施工工

法。工程施工知识是关于石化工程建设的工序、方法、技巧和人员、机具等方面的知识, 包括土建施工知识、大型设备吊装知识、压力容器现场组焊知识、机械设备安装调试知识、管道安装知识、焊接知识、无损检测知识、电气安装知识、仪表安装知识、防腐保温知识等。中国石化形成的“四大一特”施工安装技术(即大型设备吊装技术、大型传动设备(机组)安装技术、大型贮罐安装技术、大型DCS自动化集散控制系统安装与调试技术、和特种材料焊接技术), 对提升施工安装效率和水平, 保证施工安装质量, 发挥了重要作用。

工程项目施工遵循“先地下后地上, 先土建后安装”的原则进行, 通常包括场地预处理、地基处理、土建施工、安装施工和单机试车等基本工序。石化工程施工安装结束后, 通常要开展工程中间交接与“三查四定”。工程中间交接是施工单位向建设单位办理工程交接的一个必要程序, 标志着施工安装已经结束, 由单机试车转入联动试车阶段。一般按照单项或系统工程进行, 中间交接只是装置保管、使用责任的移交, 不解除施工单位对工程质量、竣工验收应负的责任。在工程中间交接前需要进行“三查四定”, 即查设计漏项、查未完工程、查工程质量隐患, 对查出的问题定任务、定人员、定时间、定措施限期完成。

2.4.3 工程竣工验收

石化工程竣工验收是指工程竣工后, 建设单位会同设计、施工、物资采购、监理及工程质量监督等单位, 对该工程是否符合设计要求以及施工质量进行全面检验, 取得竣工合格资料、数据和凭证的过程。石化工程竣工验收工作包括交工验收、专项验收、竣工决算与审计、档案验收、竣工验收委员会验收等^[10]。

石化工程建设项目在试生产期间完成生产考核后, 由建设单位组织监理、承包商及相关单位, 按合同规定对交付工程进行交工验收。交工验收

内容主要包括设计单位完成竣工图归档、施工承包商移交工程交工技术文件、供货商移交技术文件、监理单位移交监理文件, 签署“工程交工证书”。

专项验收是指建设单位对包括消防、防雷、职业病防护、安全和环境保护等设施, 按照国家有关规定和验收管理办法, 向政府行政主管部门申请专项验收, 取得验收意见书。

竣工决算与审计是建设单位在工程结算后, 按照规定的要求编制建设项目竣工财务决算, 审计机关审计后出具审计报告。

档案验收是建设单位按建设工程文档整理归档的管理要求, 组织完成建设项目档案收集、分类、组卷, 并按《建设项目(工程)档案验收办法》要求, 向档案验收主管部门提交档案验收申请, 验收通过后取得档案验收文件。

完成生产考核、交工验收、专项验收、竣工决算与审计、档案验收等工作后, 建设单位编制验收报告和提交验收申请, 由项目批准部门或其授权的单位, 组织成立竣工验收委员会, 竣工验收委员会听取建设单位项目建设情况汇报, 实地查验工程实体, 审阅相关资料, 审议竣工验收报告, 提出竣工验收意见, 签署竣工验收证书。

竣工验收报告是对建设工程进行全面、全过程的概括总结, 主要包括工程概况、工程勘察设计、物资采购、工程施工、工程监理、生产准备、投料试车与试生产、消防、防雷职业卫生、安全、环境保护、竣工决算与审计、外事工作、档案和附图等内容。

2.4.4 工程后评价

后评价是在工程建设项目运营及竣工验收一定时间后, 对工程的目标实现、决策过程、实施过程、实施效果、产生影响等进行系统、客观的评价。通过后评价分析项目预期目标是否达到, 规划是否合理有效, 主要指标是否实现, 分析产生偏差的原因, 总结经验教训, 提出建议措施,

以提高企业决策水平和管理能力。

后评价分为“自评价”和“独立评价”。“自评价”是建设单位自行组织内部有关部门和专家对建设项目进行的分析和评价;“独立评价”是由独立的第三方对建设项目进行的分析和评价。后评价主要内容包括项目概况、项目决策及项目建设管理、项目实施结果、项目经济、项目影响、项目竞争力及可持续性评价等。

2.5 石化工程工艺技术与生产运行知识

石化工业属于流程工业,必须按照一定的工艺流程进行。而石化工程的实施不仅要应用工艺技术知识和设备材料知识建设生产装置,还要为装置的安全平稳运行开展相关试运行工作,同时还要综合运用节能知识和环保知识,降低生产成本,保护生态环境,满足国家相关政策要求。

2.5.1 石化工程工艺技术与装备知识

石化工艺是以石油和天然气为原料,经过一系列的物理/化学转变,生产石油产品及化工原料和产品的流程制造过程,包括石油炼制及石油化工两大工艺过程。石油炼制主要生产石油产品,如汽油、煤油、柴油等燃料油品及润滑油、沥青、液化石油气、焦炭等,同时生产化工原料如石脑油、轻烃等;石油化工主要以石脑油、加氢尾油、液化气和轻烃等为原料,生产烯烃(乙烯、丙烯、丁二烯)和芳烃(苯、甲苯、二甲苯)等主要化工原料,并以此生产合成树脂、合成纤维、合成橡胶等化工产品。典型的石油炼制和石油化工工艺流程图分别见图3和图4。

从图3可知,石油炼制主要包括原油蒸馏、重油轻质化、油品改质、油品精制等工艺过程。原油蒸馏即常压蒸馏和减压蒸馏,是石油炼制的龙头工艺,将原油分割为不同沸程的馏分,为一次加工工艺。根据各馏分的性质和要求,对其进行二次加工以生产满足要求的燃料油品及化工原料的工艺过程,统称为二次加工工艺,如连续重整、加氢、催化裂化、延迟焦化、烷基化等工艺

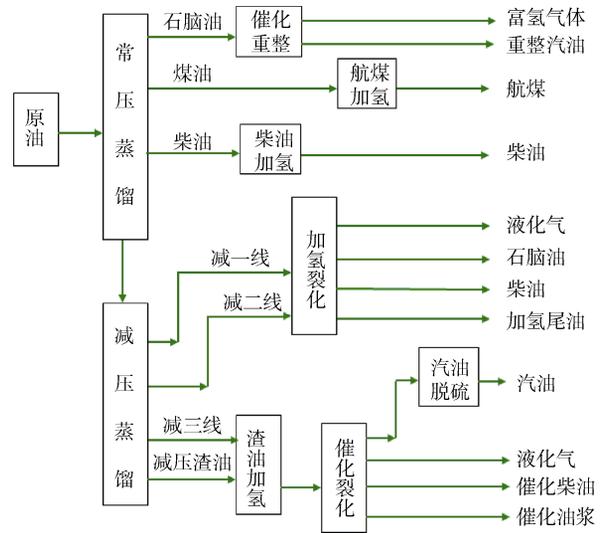


图3 典型石油炼制工艺流程图

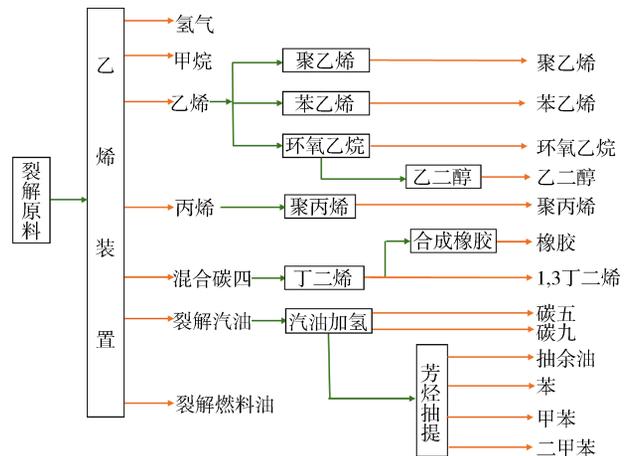


图4 典型石油化工工艺流程图

等。重油轻质化主要包括催化裂化、加氢裂化和延迟焦化等工艺,目的是将重质油最大程度转化为汽油、柴油及液化气等轻质油品;油品改质工艺采用加氢等措施脱除其中杂质,提高油品品质,满足下游工艺和产品质量要求,如渣油加氢处理、催化柴油加氢改质等;油品精制是对产品进行加氢或脱硫等处理过程。石油炼制过程中的主要装备包括各类反应过程的反应器、各类塔器、容器、换热器、再生器、压缩机、风机等。

乙烯工艺是石油化工最具代表性的工艺过程,也是基础石油化工原料的生产源头。从图4可知,乙烯工艺是以石脑油及轻烃等为主要原料,通过高温裂解、压缩、分离制取聚合级乙烯、丙

烯、丁二烯等主产品,同时获得氢气、混合碳四、裂解汽油和裂解燃料油等副产品。工艺过程中生成的乙烷和丙烷经分离后返回裂解炉,以尽可能提高乙烯和丙烯的收率。混合碳四经抽提制取丁二烯,可进一步生产合成橡胶。裂解汽油富含C6-C8芳烃,是石油芳烃的重要来源之一,其经裂解汽油加氢装置进行加氢脱除二烯烃、烯烃及微量杂质后,送至芳烃抽提,制取苯、甲苯及二甲苯。副产氢气可供下游裂解汽油加氢、聚烯烃等装置使用。

聚合工艺是以乙烯、丙烯、丁二烯和芳烃等单体为原料,生产聚烯烃和聚酯的工艺过程,如聚乙烯、聚丙烯、顺丁橡胶、聚酯(PET)等的生产。乙烯和丙烯的另一大用途是生产环氧乙烷和环氧丙烷,并相应生产乙二醇。乙二醇和精对苯二甲酸(PTA)生产聚酯纤维,是当前合成纤维的第一大品种,可有效解决粮棉争地的问题。乙烯还可生产苯乙烯,用于生产合成树脂、离子交换树脂及合成橡胶。丙烯还可生产丙烯腈,用于生产合成纤维及合成橡胶。

石油化工工艺过程中的主要装备包括乙烯装置裂解炉、“三机”(裂解气压缩机、丙烯制冷压缩机和乙烯制冷压缩机)和冷箱,各类化工装置的蒸馏塔、反应器、压缩机等。

2.5.2 石化工程试运行知识

石化工程试运行是对整个工程的设计、采购、施工和管理工作的综合性检验,为正式生产运行做好充分准备,主要包括生产准备、联动试车、审批手续办理,以及投料试车、生产考核等内容。

生产准备工作是建设单位为保证工程实体建设完成后能够顺利实现投产运行而进行的各项准备工作,与项目建设同步启动、同步开展,贯穿于工程建设项目始终,纳入项目的总体统筹控制计划管理,主要包括组织准备、人员准备、技术准备、物资准备、资金准备、营销准备和外部条件准备等多个方面。

联动试车是检验装置设备、管道、阀门、电气、仪表、计算机等性能和质量是否符合设计与规范要求。联动试车包括大机组等关键设备负荷试车、烘炉(器)、煮炉,系统的气密、干燥、置换、三剂装填、水运、气运、油运等。

投料试车前建设单位需要编制试生产方案,并组织专家对试生产方案进行审查。此外,还需要依法依规完成消防验收、环保备案、特种设备注册登记等手续办理。

投料试车是对已建成的装置按照设计文件规定的工艺介质打通全部装置的生产流程,进行各装置之间首尾衔接的运行,以检验其除经济指标外的全部性能,并生产出合格产品的试验操作。投料试车成功后按照试生产方案,项目进入试运行阶段,试生产期限通常不少于30日,不超过1年。

生产考核是指投料试车产出合格产品后,对装置进行生产能力、工艺指标、环保指标、能耗指标、产品质量、设备性能、自控水平等是否达到设计要求的全面考核。生产考核由建设单位组织,总承包、设计单位参加,结束后编写生产考核评价报告。

2.5.3 石化工程节能知识

节能降耗是石化工业推进可持续发展的实现与自然环境和谐共生的必然选择。石化工程节能是从节约能源消耗量出发,统筹利用各种能量,对能量利用进行分析和诊断,提出企业用能方案,规范能源利用方式,从而实现既定节能目标。

石化工程节能涉及的范围可以是全厂级、装置级或单元级,提出系统层面、工艺层面、设备层面、自控层面,或以上任意组合的节能措施。系统层面包括装置间热联合的规划,装置间、系统间能量供应及利用关系的优化,能源的梯级利用等,最终实现全局最优的能源产、供、用方案;工艺层面提出流程改进和优化措施、优化操作和运行参数、降低能源消耗,提高收益;设备层面

包括节能设备的应用, 耗能设备效率提升、设备级可靠性及可用性校核等, 确保设备高效安全运行; 仪控层面考察控制逻辑的合理性, 精准测量及控制, 精细管理及指标考核等。

石化工程节能工作主要包括两个方面, 一方面是节能工程咨询。它是指参与总加工流程的优化设计及公用工程资源的优化配置, 提出装置之间、装置与系统之间、系统之间能源互供方案建议, 实现全厂能耗最小化目标; 提出全厂及各工艺装置能耗指标、关键用能设备能效等级及计量器具规格及数量等要求; 推荐先进的节能工艺技术、节能设备; 跟踪、落实、监测和评估能效技术的使用情况。

另一方面是节能工程项目的实施。它是与节能相关的节能单体工程、技术改造项目、能源利用升级项目等。石化工业常见的节能项目有全厂热进热出料改造、装置间热联合、氢气系统深度回收、全厂蒸汽动力系统优化、水系统回收及减量项目、工艺及热力管网优化、低温热回收利用、系统及元件强化传热改造、以夹点分析为基础的换热网络优化、工艺节能项目、余热及余压回收、加热炉热效率提升改造、机泵提效项目等。节能工程项目的实施与一般炼化项目运行方式类似。对于小型节能技改, 新技术应用项目等还可以采用合同能源管理方式运作。图 5 为典型的石化工程节能知识图谱。

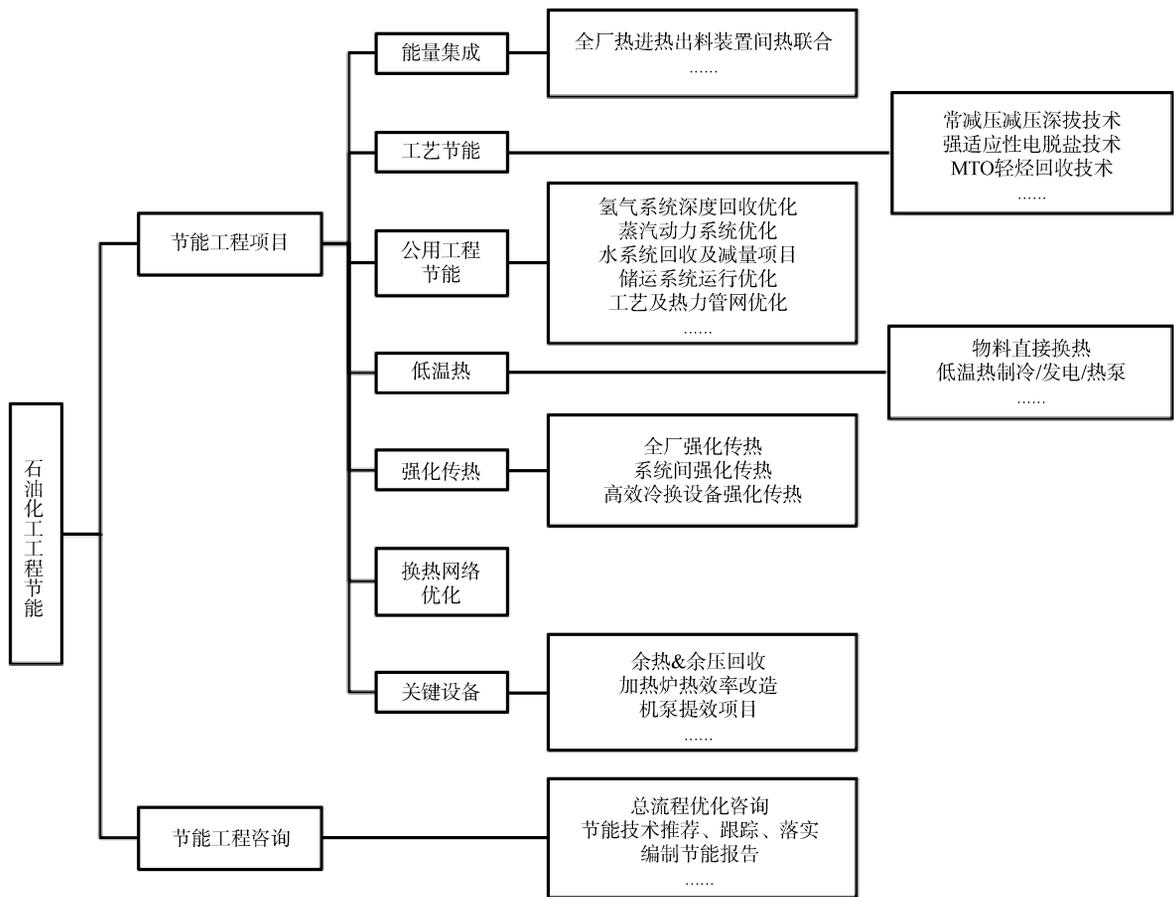


图 5 典型的石化工程节能知识图谱

2.5.4 石化工程环保知识

石化工程环保以清洁生产为原则, 采用绿色工艺技术, 构建资源能源消耗低、循环经济水平

高、生命全周期本质环保的炼化工程, 生产环境友好产品, 防止环境污染和生态破坏, 最终实现企业与自然环境的和谐共生。

在工程建设过程中, 需要对建设期和建成后可能对环境产生的影响进行分析、预测和评价, 科学评估建设地区相关资源、环境要素的承载力和环境容量等可能的制约因素, 使工程环保策略和措施满足环境目标的要求。

在工程设计过程中, 落实防治环境污染和生态破坏的各项措施。建设期间进行专项环境监理, 竣工后对石化工程的环保设施依法合规验收, 营运过程中监管排污口、厂界环境, 执行排污许可制度, 规范运营环保设施。

为了构建绿色石化工程, 在工程建设过程中需要统筹考虑环保策略和措施, 通常包括以下几个方面。

(1) 采用环境友好的工艺技术

优先选用“三废”产生量、排放量少的工艺, 使用绿色原辅材料和清洁燃料, 优化能源和产品结构, 实现能量梯级利用, 实现原料、过程、产品全流程的清洁环保。

(2) 污水处理及回用技术

污水处理以清污分流、污污分流、污污分治和污水有效回用为原则, 即在排水系统、处理、回用三方面做好衔接, 通常采用“预处理+生物处理+深度处理”的工艺(见图6)。预处理有pH调节、除油及悬浮颗粒物等, 主要工艺有中和、隔油、气浮等; 生物处理工艺主要通过生物降解污水中的污染物, 降低化学需氧量(COD)、氮(N)、磷(P)等, 主要工艺包括活性污泥法、生物膜法、生物接触氧化法、氧化塘法等, 其中活性污泥法除普通活性污泥法外, 还有多点进水、吸附再生、延时曝气和高负荷率活性污泥法等; 生物膜法处理技术有生物滤池、生物转盘、曝气生物滤池、厌氧生物滤池等; 生物接触氧化法是介于活性污泥法和生物滤池两者之间的生物处理法, 是具有活性污泥法特点的生物膜法, 兼具两者的优点; 深度处理的方法包括絮凝沉淀、砂滤、活性炭、高级氧化(含臭氧氧化、催化氧化等)、膜分离(含超滤、纳滤、反渗透等)、蒸发浓缩、结晶等物理化学方法。

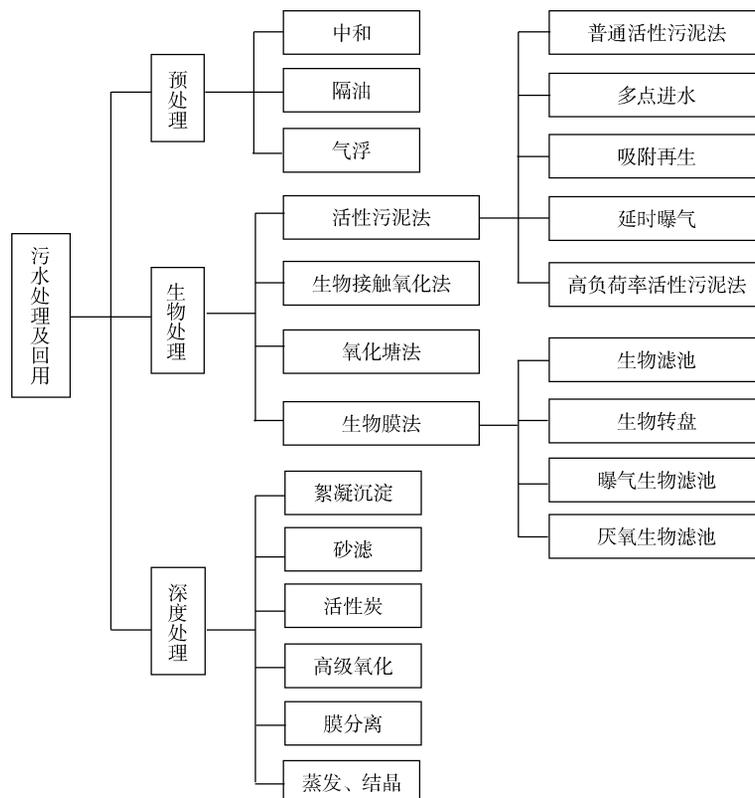
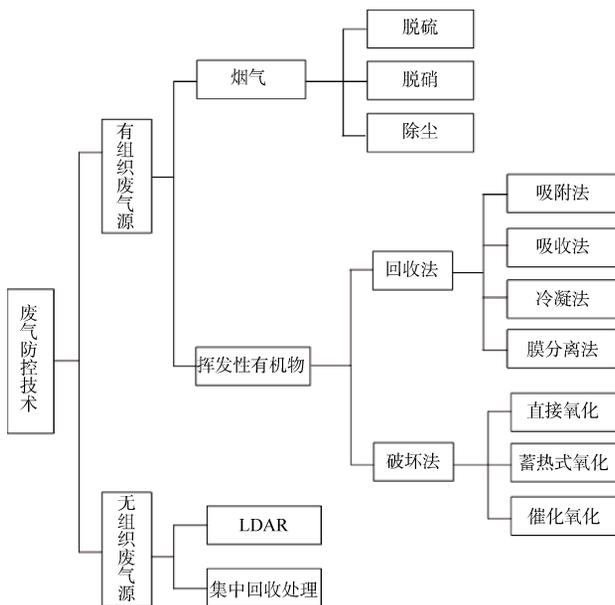


图6 石化污水处理常用技术

(3) 废气防控技术

废气防控的重点在于将石化工程的有组织源和无组织源废气进行有效管控(见图7)。有组织源废气主要有工艺尾气、加热炉/锅炉烟气、废物焚烧烟气等;无组织排放气包括污水集输系统排气、设备和管阀件泄漏排气、挥发性有机液体储存和装载作业排气、装置检维修排气、事故排放气等。优先将有回收利用价值的废气回收利用,其次进行净化或无害化处理。



在石化行业烟气脱硫应用较多的技术有钠碱法、石灰干法脱硫、活性焦法;烟气脱硝技术有选择催化还原、选择非催化还原等。挥发性有机废气处理的主要工艺技术有回收和破坏法。回收法包括吸附法、吸收法、冷凝法、膜分离法等^[11];破坏法有直接氧化、蓄热式氧化、催化氧化等,还可采用回收与破坏法的耦合技术;对无组织排放过程进行管控应采用泄漏检测与修复技术。

(4) 固体废物处理处置技术

固体废物处理要以减量化、无害化、资源化为原则,对固体废物采取综合利用、焚烧、安全填埋等处理处置技术。污水场污泥有浓缩、干燥、焚烧等工艺技术,其中薄层干燥、转鼓干燥、带

式干燥、离心干燥等技术在石化行业应用较多。

(5) 地下水及土壤污染防控技术

对地下水及土壤污染采取主动措施与被动防渗相结合的原则,在源头予以主动防控,如通过工艺设计优化减少泄漏点、管道及设备可能泄漏点处提高设计压力等级或材质等级、管道可视化等技术,避免或减少污染介质的渗漏,同时根据污染防治分区,对需要防渗的区域采取适当的防渗措施。地面防渗可采用抗渗钢纤维混凝土、抗渗合成纤维混凝土、抗渗钢筋混凝土、抗渗素混凝土、高密度聚乙烯膜等技术;储罐防渗可采用高密度聚乙烯膜;污水池、沟和井的防渗可采用内表面涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料、喷涂聚脲防水涂料或在混凝土内掺加水泥基渗透结晶型防水剂等技术。

(6) 噪声防控措施

石化工程中采用较多的噪声防控措施有减震、消声、隔声等措施,通过工程噪声研究,综合施策,使噪声控制满足环境要求。

3 石化工程知识的哲学思考

石化工业是国民经济的重要基础产业,为经济社会发展提供能源和原材料保障。作为石化工业发展关键支撑,石化工程是将资源、资本、土地、劳动力等要素通过科学技术和组织管理等手段转化为现实生产力的重要载体,涉及技术、管理、经济、人文、生态等各方面的知识,要深刻理解这一复杂知识体系的现实意义,需从哲学视角对石化工程知识在产业发展中的实践进行分析和思考。

3.1 石化工程知识创新引领石化产业进化与发展

工程知识是工程建造、工程运行和工程创新所必须掌握的知识。石化工程知识具有鲜明的时代性,对石化产业的演化、发展、创新起到先导性和引领性的作用。因此,石化产业发展史就是

石化工程知识创新的历史。石化工程中一系列开创性的技术创新、管理创新、集成创新和模式创新不断丰富着石化工程知识的内涵和外延,通过积少成多,积小创新为大变革,推动石化产业发展由量的积累到质的飞跃,从局部优化到全流程、全局性的突变,促进了石化产业的不断进化与发展。

我国石化工业的发展可追溯到 1907 年,延长油矿钻井出油,用小铜釜炼制原油,日产灯油 12.5 公斤。此后,我国石化工业在一系列新知识的推动下,不断进化、迭代升级,目前已成为全球第二大炼油国和第二大乙烯生产国,石化工业的技术水平、产业规模、生产方式均发生了颠覆性进化。特别是 21 世纪以来,我国石化工业大胆应用新工艺、新技术、新装备和新管理模式,自主设计建设了一大批具有国际先进水平的石化基地。比如,2006 年建成投产的海南炼厂是我国首座一次性整体新建的单系列千万吨级现代化炼油厂,工程建设者运用系统工程、工程规划、节能环保等知识对项目进行统筹规划,建立了工程建设与生态效益和社会效益整体最大化的目标体系;运用现代工程管理知识,建立一体化项目管理团队(IPMT)、项目执行团队和统一技术支持团队,对项目实施矩阵式管理;运用石化工程设计、建造和信息化知识,大力开展技术创新,组织多专业开展集成化设计,实现工程建设安全、优质、高效推进,并为企业的现代化管理奠定了基础。大量石化工程新知识的应用,使该工程荣获国家科技进步二等奖、全国优秀工程总承包金钥匙奖和全国工程勘察设计金奖等奖项,为我国大型现代化炼厂规划建设提供良好范例。^[4]

3.2 石化工程知识创新带动相关产业进步

石化工业是一个关联度非常广的产业,石化工程知识的创新不仅能够推动石化产业自身发展,还能够带动相关产业进步。一方面在工程建设阶段释放大量高层次的需求,带动相关产业发

展;另一方面,石化装置生产的新型、高性能石化产品也能够更好地满足其他产业对原材料的需求,促进相关产业进步。比如,“三机”和冷箱技术的国产化曾经是乙烯工程建设中的“卡脖子”问题,为了打破国外技术垄断,国内一些研究、设计和制造单位经过刻苦攻关,实现了相关技术装备的国产化,提高了我国在这一领域的行业竞争力。又比如,近年来应用新技术生产的高端汽车专用塑料能够有效替代传统用料,具有安全环保、美观舒适、质优价廉等优点,为汽车工业的发展创造了有利条件。

面对装置大型化的趋势,石化工程设计建设单位运用石化工程知识对装置大型化带来的问题进行系统研究,从设计、制造、运输、安装全过程,应用模块化、集成化及相关的技术知识,实现了大型加热炉的整体模块化制造和运输,标志着我国石化行业大型工业炉模块化技术达到国际先进水平。在中国石化工程建设公司设计建造的某境外大型炼油工程中,采用全炉整体模块化制造的两台加热炉模块单体长 24.95 米、宽 16.29 米、高 25.99 米,重近 1000 吨,通过海运到达项目现场。这种模式不仅有利于提高建造质量、缩短建设工期、降低建设成本,还带动了相关产业的发展,为我国装备制造业“走出去”提供了良好的示范。

3.3 石化工程知识创新促进经济社会和谐发展

石化工程知识与经济社会发展密不可分,通过建设石化工程不仅为人民群众提供丰富的石化产品,满足衣食住行等各方面需求,提高生活品质,还为相关产业发展提供强劲的能源和充足的原材料供应,能够有效拉动地区经济发展,创造更多就业机会,从而促进经济社会健康、稳定、和谐发展。石化工程无论是建设还是运行,其安全风险大,管理要求高,近年来随着石化工程知识和理念的不断更新,石化工程在交付工程实体的同时,更加注重生态产品的交付,大力推进石

化工程与生态环境的融合共生。为此, 工程建设者在规划选址、技术选择、工程设计、设备制造、建设安装等过程中都十分关注当地资源的承载力、对周边环境的影响, 以及工程结束后的生态修复工作, 努力将工程建设对生态环境和社区居民的影响降到最低, 确保工程与当地生态环境及人文环境长期和谐共存。

近年来, 国内外众多石化工程项目无不体现了这一开放包容、融合共生的理念, 实施了更加严格的环保标准。普光气田是我国已发现的最大规模海相整装高含硫气田, 地处复杂山地、人口密集, 给天然气开采和净化处理带来巨大挑战。工程建设者们认真统筹规划工程建设与生态环境、社会利益融合共生的目标体系, 建立实时风险监测与管控系统, 攻克了高酸天然气净化关键技术, 解决了超大规模高含硫气田天然气安全高效净化处理的世界性难题。从 2010 年至 2018 年, 累计供气 730 亿方, 为长江经济带 70 多个城市和上千家企业提供清洁能源。同时, H_2S 变害为利, 年产硫磺 210 万吨, 取得了很好的经济效益和社会效益。该项目获国家科技进步特等奖、全国优秀工程总承包金钥匙奖等奖项。

3.4 石化工程知识创新推动社会文明进步

石化工程知识创新与人类社会文明进步密切相关。例如, 热裂化、催化裂化技术的诞生满足了汽车、航空工业规模化发展对汽油、柴油、航煤等交通燃料的需求, 使石油产品替代了煤炭, 成为主要交通运输燃料, 改变了人类的出行方式; 合成氨技术的突破为人类粮食安全和生存发展做出了巨大贡献, 根据联合国粮农组织 (FAO) 统计, 化肥对粮食生产的贡献率占 50%; 天然纤维和天然橡胶无法满足世界人口增长的需求, 合成树脂、合成纤维、合成橡胶的发明使纤维、橡胶和树脂的原料来源于石油, 节约了大量土地, 为人类提供了穿衣、居住、出行等方面的丰富的物

质基础; 烃类裂解技术和催化重整技术利用石油生产低碳烯烃和芳烃, 取代了煤化工, 形成了石油化工工业体系, 为相关产业提供丰富的原材料, 促进了全球经济的发展。随着石化技术的不断进步, 将会给人类提供更多的高性能石化产品, 用于丰富人们的衣着物料, 改善食品包装, 提高建筑保温水平, 使汽车更轻、能效更高, 等等。总之, 石化技术创新改变了人类的生活方式, 提升了人类的生活质量, 不断推动社会文明进步。

4 结语

石化工业是国民经济的重要基础和支柱产业。石化工程是以技术多专业性、管理多维度、协调多界面、运行多子系统为基本特征的开放复杂系统。在石化工业发展进程中, 应用了科技知识、经济知识、管理知识、社会知识以及其他行业领域知识等各方面的知识, 并进行了集成创新, 逐步形成了系统全面、脉络清晰、层次分明的石化工程知识体系。该体系包括工程管理、工程经济、工程人文、工程规划、工艺技术与装备、工程设计、工程建造、工程试运行、工程竣工验收与后评价、工程节能环保等方面的知识, 涵盖石化工程全生命周期的所有知识领域。

石化工程知识具有鲜明的生产力属性、设计性、社会性、主观能动性与创造性、价值导向性与功效利益性、关联性和整体性, 具有实践性、专业性、集成性、转化性、安全性和环保性特征。

石化工程知识是在石化工业发展过程中形成的, 并对石化产业的演化、发展、创新起到先导性和引领性的作用。同时, 石化工业是一个关联度非常广的产业, 石化工程知识的创新还将带动相关产业进步, 推动相关产业高质量发展。随着石化技术进步和石化工程知识创新, 将会给人类提供更多的高性能石化产品, 用于适应人们丰富多彩的美好生活的需求, 改变人类的生活方式, 推动社会文明进步。

参考文献

- [1] 王基铭. 中国石化石油化工重大工程项目管理模式创新[J]. 中国石化, 2007(07): 45-49.
- [2] 王基铭, 袁晴棠, 等. 石化工程建设项目管理机理研究[M]. 北京: 中国石化出版社, 2011.
- [3] 徐 兴. 石化企业工程项目实施阶段 PMC 管理模式的应用研究[D]. 北京化工大学, 2017.
- [4] 孙丽丽, 等. 石化工程整体化管理与实践[M]. 北京: 化学工业出版社, 2019.
- [5] 罗宇杰. 浅论进度控制管理的作用及措施[J]. 广东科技, 2012(15): 43.
- [6] 王卫红, 孙 慧, 赵东风, 等. 环境影响后评价与环境影响评价理论技术对比分析[J]. 环境影响评价, 2019(1): 41-45.
- [7] 陈永青. 建设项目的职业病危害评价[J]. 劳动保护, 2003(7): 28-30.
- [8] 张 璐. 推进全面深化改革背景下维稳存在的问题和对策[J]. 湖南省社会主义学院学报, 2019(1): 82-84.
- [9] 王 敏. 煤炭深加工项目节能评估报告编制实践与建议[J]. 化学工业, 2012(8): 7-15.
- [10] 顾 巍. 联合体承包商设计成员的项目计划、协调与控制的过程和方法[D]. 东南大学, 2018.
- [11] 缪海超, 羌 宁, 刘 涛, 等. 活性炭吸附缓冲非稳态 VOCs 研究进展[J]. 化工环保, 2019(2): 122-128.

A Study on Petrochemical Engineering Knowledge

Wang Jiming¹, Yuan Qingtang¹, Hu Wenrui², Sun Lili³, Zhang Xiudong³

(1. Sinopec Group, Beijing 100728, China;

2. China Petroleum Advisory Center, Beijing 100724, China;

3. Sinopec Engineering Incorporation, Beijing 100101, China)

Abstract: This study is based on the characteristics of petrochemical engineering; in it, the basic properties and characteristics of petrochemical engineering knowledge are described. The petrochemical engineering knowledge system structure and knowledge cluster are mainly introduced. The study is conducted from a philosophical point of view to analyze and develop a conception on the practice of petrochemical engineering knowledge along with the development of its industry, and forms a comprehensive, clear-cut, and well-structured knowledge system.

Key Words: petrochemical engineering; knowledge system; knowledge cluster; philosophical point of view; knowledge study